

Roope Yli-Pukka

TEOLLINEN INTERNET VALMISTA- VASSA TEOLLISUUDESSA

Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta
Kandidaatintyö
Syyskuu 2019

TIIVISTELMÄ

Roope Yli-Pukka: Teollinen internet valmistavassa teollisuudessa
Kandidaatintyö
Tampereen yliopisto
Konetekniikka
Syyskuu 2019

Teollinen internet on nouseva ja ajankohtainen puheenaihe teollisuuden eri toimialoilla ja on yksi avainkäsitteistä puhuttaessa valmistavan teollisuuden uudistumiskyvystä. Teollinen internet tulee vahvasti muuttamaan – ja on osin jo muuttanut, suomalaisen teollisuuden toimintaympäristöä ja sen kilpailuolosuhteita. Nämä muutokset ovat olleet nähtävissä yritysten toiminnassa läpi 2010-luvun, mikä toimi motivaationa myös tälle kandidaatintyölle.

Tämän kandidaatintyön tavoitteena on avata lukijalle teollisen internetin teknologiainfrastruktuuria ja digitalisaation mahdollistamia sovelluksia ja liiketoimintamalleja. Lisäksi työssä esitellään suomalaisen valmistavan teollisuuden käytössä olevia ratkaisuja, jotka pohjautuvat teolliseen internetiin. Tutkimus on toteutettu kahdessa osassa, joista ensimmäinen käsittää kirjallisuuskatsauksen teollisen internetin käytäntöihin, ja jälkimmäinen osa sisältää case-tutkimuksen suomalaisten valmistavan teollisuuden yritysten sovelluksista julkisilta internetsivuilta.

Tämä kandidaatintyö tarjoaa mielenkiintoisen katsauksen teolliseen internetiin niin käsitteenä kuin ilmiönä, ja kokoaa yhteen sen mahdollistamia liiketoimintamalleja. Työ esittelee myös ajankohtaisia teollisen internetin ratkaisuja kotimaisesta teollisuudesta usealta eri alalta: tehdasautomaatio-, metsäkone- ja konepajateollisuudesta. On selvää, että teollinen internet tuo mukanaan sekä haasteita että mahdollisuuksia, jotka koskettavat yritysten lisäksi laajasti myös muita sidosryhmiä ja yhteiskuntaa. Tarttumalla näihin haasteisiin ja hyödyntämällä vahvaa ICT-osaamista, on suomalaisella valmistavalla teollisuudella mahdollisuus uudistua ja säilyttää kilpailukykyä myös globaaleilla markkinoilla.

Avainsanat: teollinen internet, digitalisaatio, valmistava teollisuus, liiketoimintamalli.

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
1.1 Työn tausta	1
1.2 Työn tavoitteet, tutkimuskysymykset ja rajaukset	2
2. TEOLLINEN INTERNET	5
2.1 Käsitteet ja ilmiöt	5
2.2 Taustalla vallitseva teknologia	7
2.2.1 Sensorit ja tietoliikenne	8
2.2.2 Datan analysointi ja tiedon tallentaminen	10
2.2.3 Teollisen internetin sovellukset	11
2.3 Teollinen internet ja eri liiketoimintamallit	12
3. TEOLLINEN INTERNET VALMISTAVASSA TEOLLISUUDESSA	17
3.1 Case – tutkimus	17
3.2 Teollinen internet ja suomalainen teollisuus	17
3.3 Fastems MMS	20
3.4 Kemppi WeldEye	21
3.5 PONSSE Manager	22
3.6 Päätelmät	24
4. YHTEENVETO	25
LÄHTEET	27

LYHENTEET JA MERKINNÄT

CIIF	Connected Intelligent Industries Finland-ohjelma
CPS	Kyberfyysinen järjestelmä (eng. Cyber-Physical System)
FMS	Joustava tuotantojärjestelmä (eng. Flexible Manufacturing System)
IaaS	Infrastruktuuri palveluna (eng. Infrastructure as a Service)
IoT	Esineiden internet (eng. Internet of Things)
MEMS	Mikrosysteemit (eng. micro electro-mechanical systems)
MMS	Fastemsin tuotannonohjausjärjestelmä-tuotemerkki (eng. Manufacturing Management System)
LAN/WLAN	Lähiverkko (eng. Local Area Network/Wireless LAN)
PAN/WPAN	Likiverkko (eng. Personal Area Network/Wireless PAN)
PaaS	Tuote palveluna (eng. Product as a service)
PaaS	Sovelluslusta palveluna (eng. Platform as a Service)
PbH	Tuotos-pohjainen liiketoimintamalli (eng. Power by the hour)
SaaS	Ohjelmisto palveluna (eng. Software as a Service)
WAN/WWAN	Suuralueverkko (eng. Wide Area Network/Wireless WAN)

KUVALUETTELO

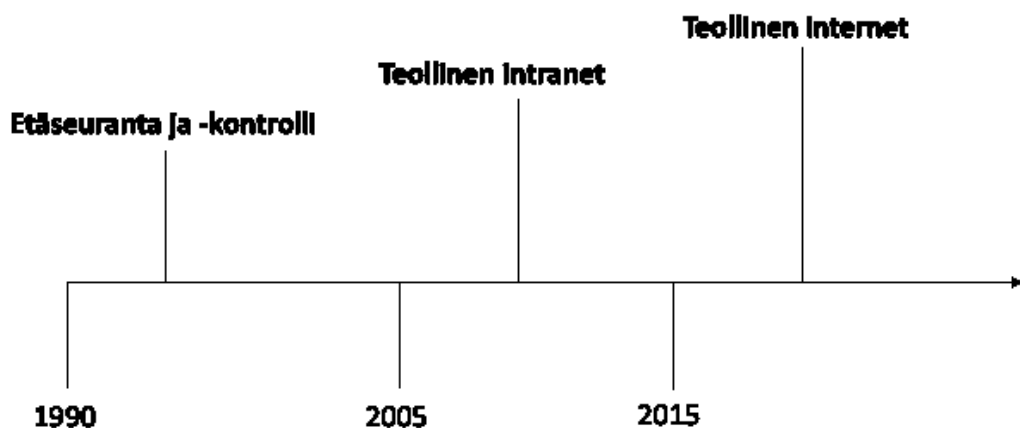
Kuva 1.	<i>Teollisen internetin kehityksen aikajana mukaillen (Tihinen et al., 2016)</i>	<i>1</i>
Kuva 2.	<i>Kandidaatintyön prosessi.</i>	<i>3</i>
Kuva 3.	<i>Teollisen internetin infrastruktuuri kuvattuna teknologiapinona (Collin and Saarelainen, 2016).....</i>	<i>7</i>
Kuva 4.	<i>Verkkojen kolme ulottuvuutta mukaillen Collin & Saarelainen 2016.....</i>	<i>9</i>
Kuva 5.	<i>Teollisen internetin hyötyjä yrityksille (Juhanko et al., 2015)</i>	<i>13</i>
Kuva 6.	<i>Pilvipohjaisten ratkaisujen palvelumallit: IaaS, PaaS, SaaS (mukaillen Winkler, 2011).....</i>	<i>16</i>
Kuva 7.	<i>Kolme tulevaisuuspolkua Suomelle 2014 - 2030 (Ailisto ym., 2015).....</i>	<i>19</i>
Kuva 8.	<i>MMS integroi yhteen tiedon ja tuotannon. (Fastems, 2019a).....</i>	<i>20</i>
Kuva 9.	<i>Käyttöliittymästä pystytään jäljittämään hitsauksia. (Kemppi, 2019d)</i>	<i>22</i>
Kuva 10.	<i>Ponsse Manager tarjoaa käyttäjälleen kattavan raportoinnin (Google Play, 2019)</i>	<i>23</i>

1. JOHDANTO

Tässä kandidaatintyössä tutustutaan teollisen internetin teknologiainfrastruktuuriin eri teknologiapinojen määritelmien avulla sekä esitellään teolliseen internetiin liittyviä ilmiöitä ja käsitteitä. Lisäksi työssä tutustutaan teollisen internetin mahdollistamiin uusiin liiketoimintamalleihin sekä käydään läpi teollisen internetin sovelluksia suomalaisessa valmistavassa teollisuudessa.

1.1 Työn tausta

Teollinen internet on nouseva ja ajankohtainen puheenaihe teollisuuden eri toimialoilla ja on yksi avainkäsitteistä puhuttaessa valmistavan teollisuuden uudistumiskyvystä. Teollinen internet ei kuitenkaan ole ilmiönä uusi. Kuva 1 esittää teollisen internetin kehityksen aikajanan. Teollisen internetin nähdään pohjautuvan etäseuranta ja -kontrolliratkaisuihin, joita on hyödynnetty teollisuudessa jo 1990-luvulta lähtien. Nämä ratkaisut ovat yksittäisen yrityksen sisäisiä, koneiden välisiä ja eristettyjä. Teollinen intranet taas on yksittäisen yrityksen tai kiinteiden verkostojen välinen ratkaisu, jonka tarkoituksena on tehostaa jo olemassa olevien prosessien ja verkostojen toimintaa. Teollinen intranet ei kuitenkaan useimmiten vaikuta liiketoimintamalleihin tai niiden uudistamiseen – toisin kuin teollinen internet. Teollisen internetin yksi päätaivoitteista onkin uuden liiketoiminnan mahdollistaminen ja kehittäminen, ja sen osapuolina on usein monia yrityksiä ja muita sidosryhmiä. (Tihinen ym., 2016)



Kuva 1. Teollisen internetin kehityksen aikajana mukailten (Tihinen ym., 2016)

Teollisen internetin käsitteeseen liittyy läheisesti digitalisaatio. Juhanko et al. (2015) määrittelee digitalisaation yhtenä globaaleista megatrendeistä, joka mahdollistaa teollisen internetin avulla fyysisen todellisuuden tarkastelemisen digitaalisuuden eri muodoissa. Digitalisaatio ei varsinaisesti ole yksittäinen tuote tai palvelu, vaan sillä tarkoitetaan laajemmin digitaalisten teknologioiden mahdollistamia tuotteita, palveluita ja konsepteja (Sommarberg, 2016). Muita keskeisiä teolliseen internetiin liittyviä megatrendejä ovat globalisaatio ja urbanisaatio, jotka osaltaan johtavat uuteen talousmaantieteeseen, mikä ilmenee muutoksina arvo- ja toimitusketjuissa (Juhanko ym., 2015).

Teollista internetiä pidetään neljäntenä teollisena vallankumouksena, joka yhdistää fyysisen ja virtuaalisen maailman kyberfyysisiksi järjestelmiksi (Kagermann ym., 2013). Teollisella internetillä on niin merkittävä asema valmistavassa teollisuudessa, että esimerkiksi Saksassa on perustettu kansallinen hanke nimeltä Industrie 4.0, jonka tarkoituksena on kehittää saksalaisten vahvaa osaamista automaatioissa ja sulautetuissa järjestelmissä sekä säilyttää ja vahvistaa valmistavan teollisuuden kilpailukyky (Collin & Saarelainen, 2016). Teollisen Internetin merkitys suomalaiselle teollisuudelle on myös tunnustettu laajasti. Esimerkiksi Business Finland-verkosto nostaa Connected Intelligent Industries Finland (CIIF) – ohjelmansa tärkeimmiksi tavoitteiksi vahvistaa suomalaisen teollisuuden kilpailukykyä innovaatiotoiminnalla ja globaaleja liiketoimintamahdollisuuksia hyödyntämällä teollista internetiä (Business Finland, 2019) Myös Valtioneuvoston kanslia on nimennyt teollisen internetin yhdeksi kärkiteemoistaan (Ailisto ym. 2015).

1.2 Työn tavoitteet, tutkimuskysymykset ja rajaukset

Suomalainen valmistava teollisuus elää digitalisaation murroksessa, jossa oikeat päätökset oikeaan aikaan ovat ratkaisevia kilpailukyvyn säilyttämisen kannalta. Teollisen internetin hyödyntäminen valmistavassa teollisuudessa on tulevaisuuden avaintekijöitä, mikä toisaalta rikkoo perinteisiä, mutta myös mahdollistaa täysin uusia liiketoimintamalleja. Käytännössä teollisen internetin lisäarvo perustuu lisääntyneeseen tietoon ja suunnitelmallisuuteen, jonka avulla yritykset voivat kehittää toimintaansa (Collin & Saarelainen, 2016).

Tämän kandidaatintyön tavoitteena on avata lukijalle teollisen internetin teknologia-infrastruktuuria ja digitalisaation mahdollistamia sovelluksia ja liiketoimintamalleja. Työn rajauksena on teollisen internetin sovellukset ja uudet liiketoimintamallit, joita käsitellään suomalaisen valmistavan teollisuuden näkökulmasta. Työssä hyödynne-

tään kirjallisuuskatsausta sekä case-esimerkkejä, joissa on hyödynnetty teollisen internetin sovelluksia sekä kehitetty yrityksen prosesseja ja saavutettu uudenlaista kilpailuetua perinteiseen liiketoimintaan verrattuna.

Tämän kandidaatintyön tutkimuskysymykset ja niille asetetut tavoitteet ovat seuraavat:

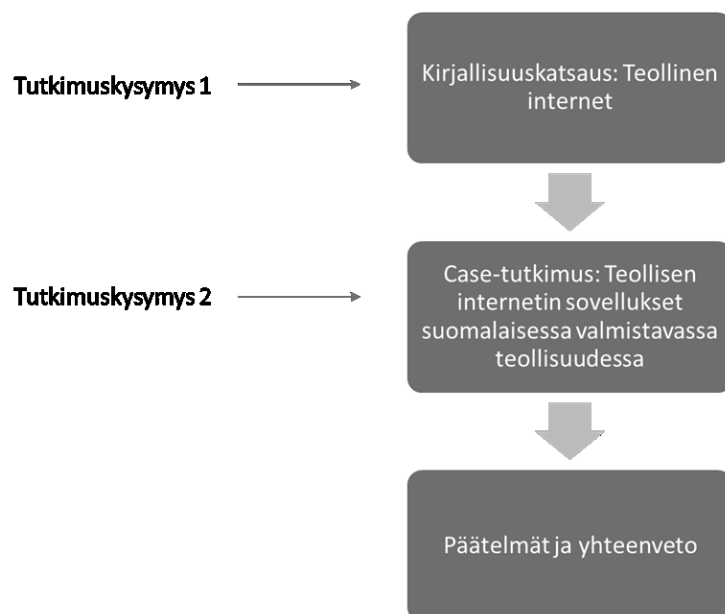
- 1) Mitkä ovat teollisen internetin mahdollistamia sovelluksia ja uusia liiketoimintamalleja?

Tavoitteena on tuoda esille teollisen internetin yleisimpiä sovelluksia ja sen mahdollistamia uusia liiketoimintamalleja.

- 2) Kuinka suomalaisen valmistavan teollisuuden yritykset hyödyntävät teollista internetiä?

Tavoitteena on tutustua suomalaisten valmistavan teollisuuden yritysten käytännön teollista internetiä hyödyntäviin sovelluksiin.

Tämä kandidaatintyö vastaa tutkimuskysymyksiin kahdessa osassa. Ensiksi käydään läpi teolliseen internetin teknologista infrastruktuuria, yleisimpiä sovelluksia ja liiketoimintamalleja kirjallisuuden avulla. Tämän jälkeen esitetään työn case-tutkimuksen toteutustapa ja sen tulokset, joissa käydään läpi suomalaisten valmistavan teollisuuden yritysten hyödyntämiä teollisen internetin sovelluksia ja liiketoimintamalleja. Kuvassa 1 on esitelty tämän kandidaatintyön rakenne, joka koostuu kolmesta osasta: teoriaosuus, case-tutkimus ja päätelmät sekä yhteenveto.



Kuva 2. Kandidaatintyön prosessi.

Seuraavassa luvussa käydään läpi työn teoreettinen tausta ja käsitellään teolliseen internetiin ja digitalisaatioon liittyviä käsitteitä ja ilmiöitä. Lisäksi luvussa käydään läpi teollisen internetin teknologiainfrastruktuuria sekä teollisen internetin mahdollistamia sovelluksia ja liiketoimintamalleja yleisesti valmistavassa teollisuudessa. Luvussa 3 käsitellään teollisen internetin mahdollistamia käytännön sovelluksia suomalaisessa valmistavassa teollisuudessa case-esimerkkien avulla sekä esitellään case-tutkimuksen päätelmät. Luvussa neljä esitetään yhteenveto ja tulevaisuuden tutkimustarpeet kirjoittajan näkökulmasta.

2. TEOLLINEN INTERNET

Teollinen internet kehittyy jatkuvasti niin ilmiönä kuin käsitteenä, minkä vuoksi kirjallisuudessa ei ole vakiintunutta määritelmää löydettävissä. Teollisen internetin yhteydessä nousee usein esiin muita käsitteitä ja ilmiöitä, kuten digitalisaatio, esineiden internet, laiteverkko, kyberfyysinenjärjestelmä ja big data. Näiden ymmärtäminen on tärkeää, jotta voi ymmärtää kuinka teollinen internet mullistaa teollista tuotantoa sekä liiketoimintaa sen ympärillä. Tässä luvussa käydään läpi teollisen internetiin liittyviä käsitteitä ja ilmiöitä, taustavalla vallitsevaa teknologiaa sekä sovelluksia, jotka mahdollistavat uudenlaisten liiketoimintamallien kehittymisen.

2.1 Käsitteet ja ilmiöt

Teollisen internetin mahdollistajana voidaan pitää maailman digitalisoitumista sekä anturi-, verkko- ja analysointiteknologioiden kehitystä 2000-luvulla (Collin & Saarelainen, 2016). Digitalisaatio näkyy ajankohtaisesti teollisen internetin ja asioiden internetin yleistymisellä sekä toimialojen uudistumisella (Martinsuo ym., 2017).

Teollinen internet on teollisuudessa käytetty termi, joka yhdistää älykkäät koneet, edistyneen analytiikan ja ihmiset yhdeksi kokonaisuudeksi (Juhanko ym., 2015). Termi tuli tunnetuksi General Electric -yhtiön artikkelissa (Evans & Annunziata, 2012), joka käsitteli teollisen internetin mahdollistamia hyötyjä eri teollisuuden aloilla. Teollisessa internetissä anturit, koneet, prosessit ja palvelut ovat avainsanoja ja näiden tuottaman jatkuvan datan analysointi mahdollistaa ennakoivia ja automatisoituja työvaiheita, jotka ovat askel kohti tulevaisuuden tuotantoa (Ailisto ym., 2015).

Internet of Things (IoT) eli esineiden ja asioiden internet on enemmän kuluttajapuolelle suunnattu termi, joka yhdistää kuluttajien päivittäisessä käytössä olevat laitteet verkkoon (Juhanko ym., 2015). Esineillä ja asioilla on digitaalinen tunniste, jonka avulla voidaan optimoida niiden hyötyjä kuluttajille. Palvelut mahdollistavat kuluttajien terveyden edistämistä ja uusia liiketoimintamalleja, kuten tuotteiden myymistä palveluna fyysisen tuotteen sijaan (Ailisto ym., 2015).

Teollisen internetin yhteydessä nousee usein esiin myös *big datan* käsite. Sensori- ja tietoliikennetekniikan kehitys on mahdollistanut sen, että koneissa sekä laitteissa on nykyisin suuri määrä sulautettuja sensoreita ja antureita, mitkä mahdollistavat yksityiskohtaisen datan keräämisen koneiden käytöstä, käyttäjästä ja toiminnasta. Big datan klassikkomääritelmänä pidetään konsulttitalo Gartnerin raporttia (Beyer &

Douglas, 2012), jossa big datan eri ulottuvuuksille annetaan neljä "V":tä: Volume, Velocity, Variety ja Veracity. Nämä ovat vapaasti suomennettuna volyymi, vauhti, vaihtelevuus ja totuudenmukaisuus. Käytännössä big datalla siis tarkoitetaan datan alati kasvavaa määrää, uuden datan tuottamisen nopeutumista, eri dataformaattien ja niiden käsittelytapojen määrän lisääntymistä sekä edellä olevien asettamaa haastetta datan ja sen analysoinnin totuudenmukaisuudelle.

Big datan määritelmään on ehdotettu lisättäväksi vielä viides "V": Value eli arvo, jonka organisaatio voi big dataa hyödyntämällä saavuttaa (De Mauro ym., 2014). Näin ollen big data edustaa organisaation informaatioon liittyviä kilpailuvaltteja, joita voi kuvailla sanoilla volyymi, vauhti, vaihtelevuus sekä totuudenmukaisuus ja joiden hyödyntäminen vaatii tiettyjä teknologisia ja analyttisiä metodeja, joiden avulla datan sisältämä informaatio voidaan muuntaa (organisaatiolle) arvoksi.

Laiteverkolla tarkoitetaan internetpohjaista arkkitehtuuria, joka tarjoaa ympäristön tarviden ja palveluiden vuorovaikutukselle globaaleissa toimitusketjuverkostoissa turvallisella ja luotettavalla tavalla (Weber, 2010). Laiteverkon toiminnan mahdollistaa *yhdistettävyys*, joka käsittää tietoliikenteen portit, antennit ja protokollat, jotka mahdollistavat laitteen langalliset ja langattomat yhteydet ja tiedonvaihdon esimerkiksi laitteen ja sen toimintaympäristön, valmistajan, käyttäjän sekä muiden laitteiden ja järjestelmien välillä (Porter & Heppelmann, 2014).

Laiteverkon lisäksi teollinen internet on mahdollistanut myös yhtenäisen tietoverkon muodostumisen ihmisten ja järjestelmien välille, ja tässä tietoverkossa olevan datan määrä kasvaa jatkuvasti. Tämä suuri datamäärä voidaan muuttaa hyödylliseksi informaatioksi kehittyneen analytiikan ja *kyberfyysisen-systeemirakenteen (CPS)* avulla, mikä osaltaan mahdollistaa kestävänn innovaatiotoiminnan (Brettel ym., 2014). CPS:llä tarkoitetaan älykästä systeemiä, joka sisältää laskennalliset kokonaisuudet, kuten laitteiston, ohjelmiston ja fyysiset komponentit, jotka on integroitu saumattomasti ympäristöön ja sen havainnointiin. Valmistavassa teollisuudessa kyberfyysisiä järjestelmiä on sovellettu älykkäisiin tuotantolaitteisiin, prosesseihin, automaatioon ja hallintaan (NIST, 2013).

Kyberfyysiset järjestelmät luovat pohjan nk. *älykkäille tehtaille*, joiden tuotantologiassa jokainen tuote on tunnistettavissa ja paikannettavissa jokaisessa arvoketjunvaiheessa. Tuotteet ovat myös *tietoisia* omasta tilastaan ja tuotantoketjun vaiheesta, mikä mahdollistaa niin prosessien tehostamisen kuin datan keruun tuotteen valmistamisen eri vaiheissa (Strozzi ym., 2017).

Tässä kandidaatintyössä teollinen internet nähdään yleismaailmallisena ilmiönä, joka mahdollistaa liiketoiminnan tehostamisen ja kehittämisen datapohjaisten ratkaisujen avulla. Teollista internetiä lähestytään sekä teknologian että liiketoiminnan näkökulmasta.

2.2 Taustalla vallitseva teknologia

Teollisen internetin infrastruktuuria voidaan kuvata teknologiapinona, joka on esitelty kuvassa 3. Eri tasot kuvaavat eri teknisiä kokonaisuuksia, jotka ovat toteutettavissa ja hankittavissa erikseen. Asiakasarvo virtaa teknologiapinossa alhaalta ylöspäin – usein kasvaen kumulatiivisesti. Alimmalla tasolla on mittausdataa tuottavat fyysiset toimilaitteet eli sensorit ja anturit. Toisella tasolla on tietoliikenne, joka siirtää dataa teknologiapinossa ylöspäin ja samalla mahdollistaa datan virtaamisen myös ylhäältä alaspäin. Sensorit ja tietoliikenne yhdessä mahdollistavat datan keruun arvoketjussa. (Collin & Saarelainen, 2016)



Kuva 3. Teollisen internetin infrastruktuuri kuvattuna teknologiapinona (Collin & Saarelainen, 2016).

Kolmannella ja neljännellä tasolla ovat tietovarastot ja analytiikka, jotka muodostavat arvoketjun informaatio-osuuden. Tietovarastoihin tallennetaan sensoreilta kerättyä, dataa ja on tärkeää, että tietovarastot on integroitu myös muihin tietolähteisiin, kuten ERP-järjestelmään. Neljännellä tasolla analysoidaan kerättyä dataa pilvipalveluiden ja big data -työkalujen avulla. Kun data on kerätty, yhdistetty ja analysoitu, se siirtyy erilaisiin sovelluksiin, joita voidaan käyttää tietokoneilla ja mobiililaitteilla. Sovellukset havainnollistavat graafisesti kerätystä datasta oleellista tietoa loppukäyttäjälle. Teknologia-pinon päälinjimmäisenä on digitaalinen palvelu, joka luo todellista ja näkyvää asiakasarvoa mahdollistaen uusia liiketoimintamalleja. Yhdessä sovellukset ja digitaaliset palvelut mahdollistavat liiketoiminnan ymmärryksen kasvun. (Collin &

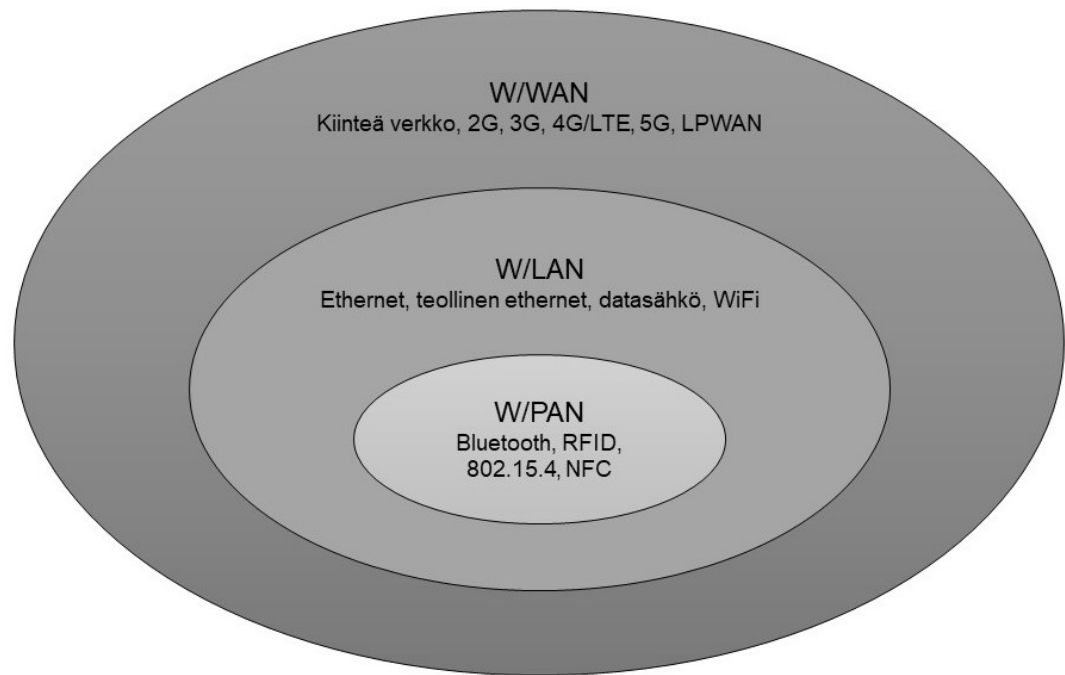
Saarelainen, 2016) Seuraavissa alaluvuissa käydään läpi teknologiapinon osat lähtien datasta ja päätyen liiketoiminnan ymmärtämiseen.

2.2.1 Sensorit ja tietoliikenne

Teollisen internetin alimmalla tasolla ovat anturit ja mittarit, jotka keräävät tietoa koneiden ja prosessien tilasta ja ympäristöstä. Antureiden perimmäinen tarkoitus on muuttaa kerätty informaatio sähköiseksi ilmiöstä, joka ei luonnollisesti ole sähköistä. Yleisimmät anturityypit ovat yleensä kiihtyvyysantureita ja gyroskooppeja, joilla voidaan mitata kappaleen asentoa, nopeutta ja kiihtyvyyttä. Muita tavallisimpia antureita ovat paineanturit, säädataa mittaavat anturit ja esimerkiksi modernista älypuhelimesta löytyvä biometrinen sormenjälkilukija. (Collin & Saarelainen, 2016)

MEMS-anturit (micro electro-mechanical systems) eli mikrosysteemit ovat erittäin pieniä ja vähävirtaisia komponentteja, jotka koostuvat dataa prosessoivasta keskusyksiköstä, mikroprosessorista ja useista komponenteista, jotka tuottavat dataa ympäristöstä (Collin & Saarelainen, 2016). Antureiden yhteydessä voi myös olla samassa paketissa integroituna prosessointikapasiteettia ja langaton verkkoyhteys (Juhanko ym., 2015).

Tietoliikenne välittää antureilta kerättyä dataa ylöspäin teknologiapinossa, mutta mahdollistaa tiedon kulkemisen myös ylhäältä alaspäin. Anturitason etäohjaus tietoliikennettä hyödyntäen mahdollistaa etäpäivitykset samanaikaisesti jopa miljooniin samantyyppisiin antureihin ympäri maailmaa. Teollisessa internetissä käytetään yleensä eri verkkoteknologioita eri käyttötarkoituksille ja käyttöympäristöille. Verkot voidaan jakaa karkeasti kolmeen osaan (kuva 4) niiden kantavuuden perusteella, ja kaikilla kattavuusalueilla verkot jakautuvat myös langattomiin ja langallisiin verkkoihin. (Collin & Saarelainen, 2016)



Kuva 4. Verkkojen kolme ulottuvuutta mukailten Collin & Saarelainen 2016.

PAN/WPAN (Personal Area Network/Wireless PAN) eli likiverkko on lyhyen kantaman, käytännössä aina langaton tiedonsiirtoverkko, jonka siirtonopeudet ovat yleensä matalia. Likiverkko pitää sisällään esimerkiksi Bluetooth-, RFID- ja NFC-teknologiat. *LAN/WLAN (Local Area Network/Wireless LAN)* eli tuttavallisemmin lähiverkko on keskisuuren kantaman tiedonsiirtoverkko, joka kykenee suuriin tiedonsiirtonopeuksiin. Lähiverkko pitää sisällään muun muassa ethernet- ja WiFi-verkot. *WAN/WWAN (Wide Area Network/Wireless WAN)* eli suuralueverkko on laajan alueen kattava tietoverkko, joka arkikielessä mielletään internetiksi. Suuralueverkko pitää sisällään muun muassa kiinteän verkon internetin sekä 2G-, 3G-, 4G- ja 5G-teknologiat. (Collin & Saarelainen, 2016)

LPWAN (Low Power Wide Area Network) on vähävirtainen laajan alueen verkko, joka on kehitetty nimenomaan teollisen internetin ja asioiden internetin tarpeita silmällä pitäen. Kaikkia LPWAN-radiostandardeja yhdistää matala kaistanleveys, laaja peittoalue ja matala energiankulutus. Kaistanleveys on riittävä esimerkiksi sensorien arvojen, gps-sijainnin ja konekielen siirtämiseen, joten sitä pystytään hyödyntämään teollisen internetin ratkaisuihin. (Collin & Saarelainen, 2016)

2.2.2 Datan analysointi ja tiedon tallentaminen

Antureilta kerätty raakadata täytyy kerätä yhteen ja tallentaa tietovarastoihin ennen kuin sitä voidaan analysoida ja käsitellä. Yleensä teollisen internetin tietovarastoksi valitaan jokin tietokanta, joka kykenee ottamaan vastaan dataa useista tuhansista tietolähteistä nopeasti, virheettömästi ja viiveettä. Tietokantaa valittaessa tärkeää on ymmärtää tietokannan käyttötarkoitus, joka yleensä rajaa valinnan rakenteelliseen SQL-tietokantaan tai ei-rakenteelliseen NoSQL-tietokantaan. Collin ja Saarelainen (2016) haastattelussa Cinian liiketoiminnan johtaja Petri Mähönen toteaa seuraavaa: ”Meillä on Valtra Smart -pilvipalvelussa käytössä sekä NoSQL- että SQL-kannat, mutta kehitys on menossa vahvasti NoSQL-puolelle.” Haastattelussa Mähönen toteaa myös, että syynä tähän on datamäärän huima lisääntyminen, jolloin SQL-kannat eivät pysy perässä. Kun SQL-kannoissa rakenne täytyy olla tiukasti etukäteen määritelty, niin NoSQL on tässä tapauksessa joustava ja erittäin skaalautuva, sillä se sallii datan tallentamisen tietokantaan ilman luokittelua tai datan pilkkomista eri lokeroihin (Berthelsen, 2014). Tästä syystä etenkin suurilla ja lisääntyvillä datamäärillä NoSQL-kanta on tulevaisuutta ajatellen parempi vaihtoehto kuin SQL-kanta (Collin & Saarelainen, 2016).

Datan kerääminen ja säilöminen tietokannoissa ei vielä itsessään tuota lisäarvoa päätöksenteossa. Dataa on muokattava, analysoitava ja visualisoitava, jotta siitä saadaan jalostettua oleelliset asiat esille (Martinsuo ym., 2017). Analytiikan menetelmiä ja työkaluja ovat muun muassa koneoppiminen, neuroverkkolaskenta ja muistinvarainen analytiikka. Koneoppiminen on oleellinen osa teollisen internetin tiedon louhintaa ja se perustuu ohjelmoitaviin algoritmeihin, jotka pyrkivät oppimaan datasta jotakin. Koneoppimisen avulla älykäs kone pystyy oppimaan ympäristöstään ja tekemään itsenäisesti parempia ratkaisuja. (Collin & Saarelainen, 2016)

Joskus on tärkeää päästä analysoimaan dataa reaaliajassa ja silloin työkaluksi sopii muistinvarainen analytiikka tai muistiprosessointi. Tämä menetelmä analysoi dataa järjestelmän keskusmuistissa, joka on jopa 100 kertaa nopeampaa kuin analysoinnin suorittaminen massamuistissa. (Collin & Saarelainen, 2016)

Pilvipohjaiset palvelut ja niiden käyttö sensoridatan tallentamiseen on yhä yleisempää verrattuna perinteiseen paikalliseen tallentamiseen konesaleissa (Collin & Saarelainen 2016). Pilvessä käyttäjä hyödyntää kolmannen osapuolen ohjelmia ja datakeskuksen palvelimia datan tallentamiseen ja tämä mahdollistaa myös reaaliaikaisen

viestinnän verkon yli (Juhanko ym., 2015). Collin ja Saarelainen (2016) mukaan pilvipalvelut ovat hintansa puolesta järkeviä datan tallentamiseen, mutta eivät esimerkiksi sovellu tilanteisiin, jossa tarvitaan viiveetöntä datan käsittelyä.

Tuotepilven toiminnot voidaan jakaa neljään osa-alueeseen: tuotedataan, sovellusalustaan, analytiikkamoottoriin ja teollisen internetin sovelluksiin. Tuotedata on big data -tietokantajärjestelmä, joka mahdollistaa reaaliaikaisen ja historiallisen tuotetiedan yhdistämisen, normalisoinnin sekä hallinnan. Sovellusalusta puolestaan on kehitys- ja toteutusympäristö, joka mahdollistaa liiketoiminnan sovellusten nopean tuottamisen hyödyntämällä saatavilla olevaa dataa, visualisointia sekä ajonaikaisia työkaluja. Analytiikkamoottori puolestaan sisältää sille asetetut säännöt, algoritmit, liiketoiminnan logiikat ja big datan analyttiset ominaisuudet, jotka liittyvät tuotteeseen sekä mahdollistavat uusien näkökulmien löytämisen tuotteen käytön tehostamiseen. Älykäden tuotteiden sovellukset taas sisältävät loppukäyttäjän käyttökokemuksen, jonka avulla voidaan hallita teollisen internetin sovelluksien tarjoamia ratkaisuja. (Porter & Heppelmann, 2014)

2.2.3 Teollisen internetin sovellukset

Kun antureista virrannut data on siirtynyt verkkoyhteyksiä pitkin tietovarastoihin, joissa sitä on analysoitu ja visualisoitu, niin voidaan tehdä sovellus, joka on konkreettinen teollisen internetin tuote. Käsikädessä sovelluksien kanssa kulkee käyttöliittymä, joka mahdollistaa visuaalisen ilmeen datasta saadulle informaatiolle. Käyttöliittymän avulla sovelluksen käyttäjä ymmärtää, mitä data ylipäätään esittää. (Collin & Saarelainen, 2016)

Digitaaliset palvelut asettuvat teknologiapinon päällimmäiseksi ja yhdistävät teknologiainfrastruktuurin yrityksen liiketoimintaan. Palvelut tuovat asiakkaille konkreettisen näkymän yrityksen teollisen internetin ratkaisuille (Collin & Saarelainen, 2016). Sepälä et al. (2014) mukaan digitaaliset palvelut sisältävät neljä perusominaisuutta, jotka ovat reaaliaikaisuus, ennakoitavuus, mobiliteetti ja automaatio. Vastaavasti Porter ja Heppelmann (2014) esittävät, että digitaaliset palvelut voidaan luokitella neljään eri ryhmään: monitorointi, kontrollointi, optimointi ja autonomia, joista jokainen ryhmä rakentuu edeltävän päälle. Monitorointi mahdollistaa kontrolloinnin, jotka yhdessä mahdollistavat optimoinnin ja vastaavasti ratkaisun täysiautonomia vaatii kaikki edeltävät sovellukset.

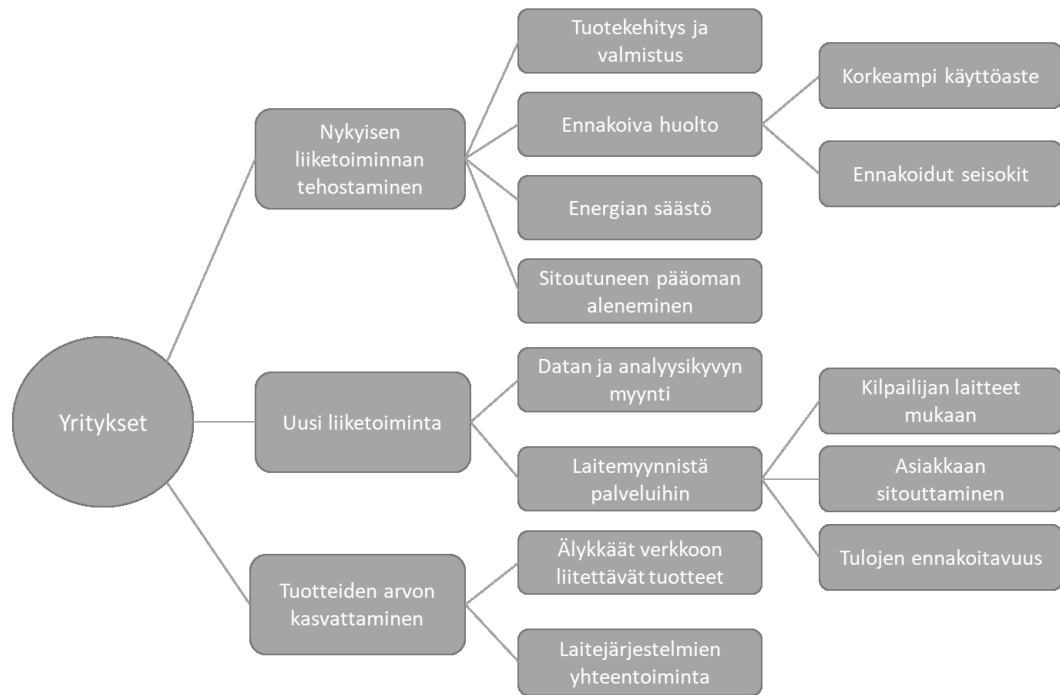
Monitoroinnin sovellukset mahdollistavat tuotteen kunnon, ulkoisen ympäristön sekä tuotteen käytön monitoroinnin sekä erilaiset hälytykset ja huomautukset muutoksista

tuotteen toiminnassa. Kontrollonnin sovellukset puolestaan mahdollistavat tuotteen toiminnan hallinnan sekä käyttäjäkokemuksen personoinnin tuotteen sisäisen ja/tai tuotepilven ohjelmiston avulla. Optimoinnin sovellukset mahdollistavat algoritmien hyödyntämisen siten, että tuotteen suorituskykyä pystytään tehostamaan. Optimoinnin sovelluksia ovat myös ennakoiva diagnostiikka sekä huolto- ja korjaustoimenpiteet. Autonomia taas mahdollistaa sovelluksia, kuten laitteen itsediagnosointi ja huolto, laitteen itsenäinen ja rinnakkainen toiminta muiden laitteiden ja järjestelmien kanssa sekä laitteen itsenäinen ohjautuvuus, personointi sekä oppiminen. (Porter & Heppelmann, 2014)

Älykkäiden järjestelmien hyödyntäminen vaatii usein myös muiden järjestelmien ja työkalujen käyttöä. Nämä järjestelmät voivat liittyä esimerkiksi tietoturvaan, ulkoisiin datalähteisiin sekä liiketoiminnan tietojärjestelmiin. Ulkoiset tietolähteet mahdollistavat kerätyn datan yhdistelyn muihin lähteisiin, jolloin voidaan hyödyntää esimerkiksi erilaista liikenne- ja säätietoa, paikkatietodataa ja sosiaalisen median dataa. Näiden lisäksi tuotannossa voidaan hyödyntää esimerkiksi reaaliaikaisia raaka-aineiden ja energian hintatietoja. Teollisuuden älykkäistä järjestelmistä data on mahdollista, usein myös suositeltavaa, integroida liiketoiminnan muihin järjestelmiin, kuten ERP, CRM ja PLM. (Porter & Heppelmann, 2014)

2.3 Teollinen internet ja eri liiketoimintamallit

Digitalisaatio ja teollinen vallankumous luovat uusia liiketoimintamahdollisuuksia, joiden avulla yritys voi saavuttaa monenlaista kilpailuetua toimintaansa. Näitä mahdollisuuksia ovat esimerkiksi nykyisen liiketoiminnan kehitys, kokonaan uusi liiketoiminta sekä tuotteiden arvon kasvattaminen. Kuvassa 4. on esitelty esimerkkejä teollisen internetin mahdollistamista hyödyistä yrityksen liiketoiminnalle (Juhanko et al., 2015)



Kuva 5. Teollisen internetin hyötyjä yrityksille (Juhanko ym., 2015)

Weinberger ym. (2016) ovat tunnistaneet kuusi teollisen internetin ratkaisuihin erityisen hyvin sopivaa liiketoimintamallia: digitaalinen add-on, digitaalinen lock-in, tuotemyyntialustana, fyysinen freemium, laitteen itsepalvelu sekä etäkäyttö ja tilan seuranta. Taulukossa 1. on esitetty nämä liiketoimintamallit ja niiden ydinsisällön kuvaukset.

Taulukko 1. *Kuusi tyypillistä teollisen internetin liiketoimintamallia* (Weinberger ym., 2016)

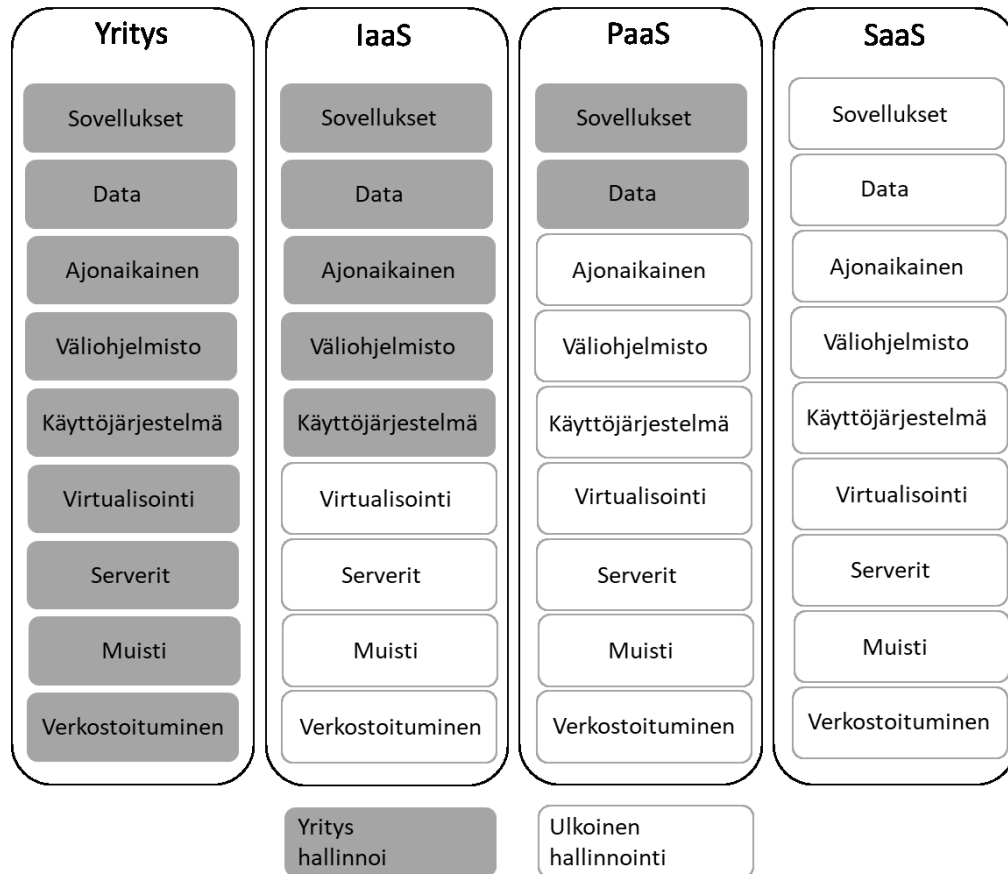
Liiketoimintamalli	Kuvaus
Digitaalinen add-on: Lisäominaisuudet	Liiketoimintamalli, jossa ydinratkaisu on hinnoiteltu maltillisesti, mutta sen päälle tarjotaan lukuisia lisäominaisuuksia asiakkaan tarpeisiin sopeutuen. Toisin sanoen, ydinratkaisu myydään tiukalla marginaalilla, jolloin tuotto muodostuu lisäominaisuuksien myynnistä.
Digitaalinen lock-in: Sitouttaminen	Liiketoimintamalli, jossa yritys pyrkii lisäämään asiakkaan sitoutumista tuotteeseen esimerkiksi teknisillä ratkaisulla tai eri laitteiden ja järjestelmien välisillä riippuvuuksilla. Näin asiakkaalle koituvat kustannukset ratkaisun tarjoajan vaihdosta nousevat, jolloin asiakas voi olla sitoutuneempi yritykseen.
Tuote myyntialustana	Liiketoimintamalli, jossa fyysiset laitteet tarjoavat alustan digitaalisten ratkaisujen markkinoinnille ja jälkimyynnille.
Fyysinen freemium	Liiketoimintamalli, jossa perusversio eli freemium-ratkaisu tarjotaan ilmaiseksi asiakkaille. Ilmaisversion tavoitteena on saada mahdollisimman moni uusi ja jo olemassa oleva asiakas kiinnostumaan ratkaisusta ja siirtymään Premium-versioon. Liiketoiminnan tuotto muodostuu maksullisesta Premium-versiosta, joka mahdollistaa myös freemium-version tarjoamisen.
Laitteen itsepalvelu	Liiketoimintamalli, joka perustuu siihen, että laite osaa itse hoitaa yksinkertaisia tehtäviä – kuten varaosien tilaamisen. Näin ratkaisusta tulee asiakkaalle houkutteleva, kun työpanosta vapautuu muuhun toimintaan.
Etäkäyttö ja tilan seuranta	Liiketoimintamalli, jossa tuotteita voidaan seurata etänä mm. reaaliajassa ja tuotteet pystyvät raportoimaan kunnostaan, mikä mahdollistaa varautumisen tuleviin ongelmiin ja häiriötilanteisiin sekä huollon tarpeiden ennakoinnin.

Suosittu tapa on lähestyä teollisen internetin luomia ilmiöitä ja liiketoimintamalleja palvelujen kautta (Hakanen, 2015). Palvelulähtöinen ajattelu (Service-dominant logic) on paradigma, jossa perinteisen tuotelähtöisen ajattelun sijaan tuotetta myydään palveluna. Ajattelumallin keskeisenä osana on asiakas, jonka rooli yrityksen toiminnassa korostuu. Eri asiakkaille sama tuote tai palvelu voi tuottaa erilaisen arvon, jolloin korkealuokkainen tuote ei enää takaa yrityksen menestystä. Tuotteistamalla palvelu osaksi tuotetta yritykset säilyttävät kilpailukyvyn. (Vargo & Lusch, 2004).

Yksi teollisen internetin mahdollistavista liiketoimintamalleista on myös tuotteiden myynti palveluna eli niin kutsuttu Product as a Service (PaaS) (Collin & Saarelainen, 2016). Tässä mallissa asiakas ei osta koko tuotetta itselleen vaan tuotetta myydään palveluna ja laskutus perustuu esimerkiksi tuotteen käyttötunteihin. Rolls-Royce PLC on yksi ensimmäisistä yrityksistä, joka otti käyttöön Power by the Hour (PbH) -periaatteen, jossa lentoyhtiöitä laskutetaan tuotospohjaisen liiketoimintamallin mukaan moottorin käyttötuntien perusteella (Ailisto ym., 2015). Aseteollisuudessa voidaan laskuttamisen apuna käyttää Performance-Based Logistics (PBL) -mallia, jonka tarkoitus on tukea asejärjestelmiä ja varmistaa, että ne ovat luotettavia, ylläpidettäviä ja saatavilla silloin, kun niitä tarvitaan. (Kobren, 2009).

Oleellisena osana teollisen internetin mahdollistamia PaaS -malleja on tuotteiden seuraaminen sensorien avulla. Tuotteesta saadaan tärkeää tietoa sen nykyisestä kunnosta ja missä olosuhteissa tuotetta on käytetty, mikä tukee ylläpitoa ja tulevia huoltoja (Uckelmann ym., 2011).

Teollisen internetin sovelluksiin ja liiketoimintaan liittyy läheisesti myös pilvipalvelut, jotka jaetaan perinteisesti kolmeen palvelumalliin. Nämä ovat infrastruktuuri palveluna (IaaS, eng. Infrastructure as Service), sovellusalusta palveluna (PaaS, eng. Platform as a Service) ja ohjelmisto palveluna (SaaS, eng. Software as a Service) (Winkler, 2011). Nämä eri palvelumallit mahdollistavat erilaisen lähestymistavan liiketoimintaan ja ansaintamalleihin. Kuvassa 6. on esitetty pilvipalveluiden roolien eroavaisuudet ja vastuunjako eri liiketoimintamallien - yrityksen sisäinen, IaaS, PaaS ja SaaS, välillä.



Kuva 6. Pilvipohjaisten ratkaisujen palvelumallit: IaaS, PaaS, SaaS (mukaillen Winkler, 2011)

Puhtaasta raakadatastakin voidaan luoda uusia liiketoimintamalleja, jolloin vaihdannan kohteena on käytöstä saatu informaatio. Martinsuo ym. (2017) mukaan dataa voidaan nykyään kerätä suuresta osasta erilaisia laitteita, jolloin tätä ei välttämättä edes ajatella palveluna. Sensorit tuottavat suuria määriä dataa, jota yritys ei näe relevantiksi omassa toiminnassaan. Tällöin data voidaan tuotteistaa ja myydä anonyyminä massana uusille asiakkaille (Collin & Saarelainen, 2016).

3. TEOLLINEN INTERNET VALMISTAVASSA TEOLLISUUDESSA

Tässä luvussa käydään läpi tämän kandidaatintyön case-tutkimuksen rakenne ja käydään läpi Valtioneuvoston kanslian selvitystyön (Ailisto ym. 2015) esittämät skenaariot Suomen teollisuudelle ja teolliselle internetille sekä näiden vaikutuksille vuosina 2014 - 2030. Lopuksi esitetään yhteensä kolme case-esimerkkiä Fastemsilta, Kempiltä ja Ponssesta, joissa teollista internetiä on hyödynnetty liiketoiminnan kehittämiseen ja tehostamiseen.

3.1 Case – tutkimus

Tämän kandidaatintyön case-osuuden taustalla ovat aiemmin esitetyt (luku 1.2.) työn tavoitteet, joista jälkimmäisessä todetaan: *”Tavoitteena on tutustua suomalaisten valmistavan teollisuuden yritysten käytännön teollista internetiä hyödyntäviin sovelluksiin.”* Case-osion taustalla on myös Collin & Saarelaisen (2016) teknologiapino (kuva 3), joka toimi myös taustateoriana tämän kandidaatintyön kirjallisuuskatsauksessa (luku 2). Yrityksien ja niiden tarjoamien teollisen internetin ratkaisujen tiedot on kerätty yritysten julkisilta internetsivuilta, jolloin kerätyn aineiston laatu ja laajuus oli vaihtelevaa. Tämän vuoksi – ja työn rajauksen ollessa ennemmin liiketoiminta kuin tekniikka, case-osiossa päädyttiin käyttämään Collinin & Saarelaisen teknologiapinon kolmijakoa asiakasarvon muodostumisesta: data, informaatio ja liiketoiminnan ymmärrys.

Case-yrityksiksi valikoitu kolme suomalaista valmistavan teollisuuden yritystä: Fastems, Kemppi ja Ponsse. Valintaan vaikutti yritysten toimiminen eri toimialoilla, kuten tuotantoautomaatio-, metsäkone- ja konepajateollisuudessa. Tämän lisäksi tiedon saatavuus sekä henkilökohtainen mielenkiinto olivat kriteereinä tämän kandidaatintyön case-esimerkkien valintaan.

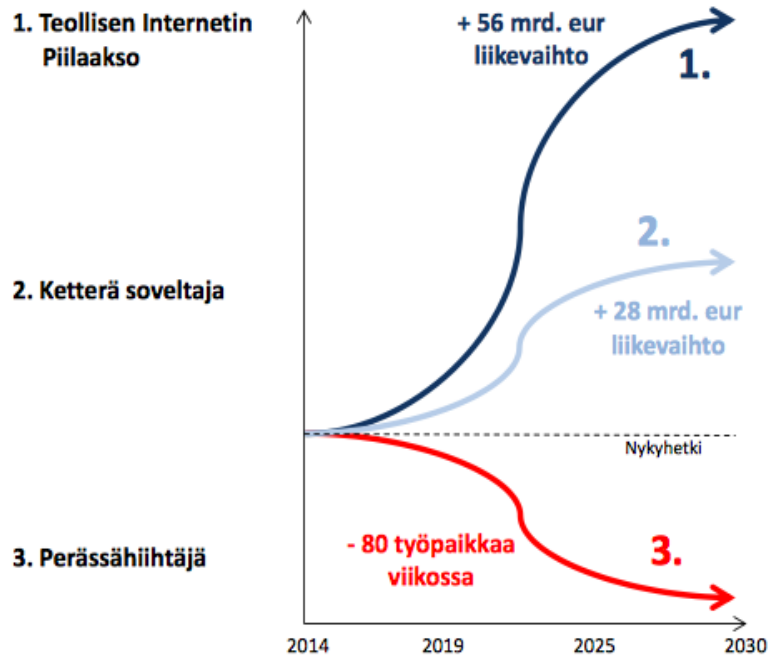
3.2 Teollinen internet ja suomalainen teollisuus

Vuoden 2019 Digibarometrin mukaan (Ali-Yrkkö ym., 2019) suomalaisten teollisuudessa toimivien yritysten kiinnostus digitalisaatioon ja sen mahdollisuuksiin on kasvanut monessa suhteessa. Esimerkiksi vuonna 2016 vielä joka viides teollisuusyritys koki olevansa kokonaan digitalisaation vaikutusten ulottumattomissa, kun taas 2019 osuus oli jo pienentynyt kymmenekseen. Digibarometrin mukaan teollisuusyrityksissä

on herätty aiempaa vahvemmin pilvipalveluiden sekä robotiikan käyttöön tuotantoprosessissa ja digitalisaation merkitys nähtiin kasvavana muotoilussa, jakelussa ja markkinoinnissa. Teollisen internetin osalta ei teollisuuden odotuksissa havaittu merkittävää muutosta vuosina 2016-2019, vaikka Digibarometrin mukaan edellytykset digitaalisten ratkaisujen käyttöönottoon ja kaupallistamiseen ovat kasvaneet yrityksissä.

Ailisto ym. (2015) esittävät kolme vaihtoehtoista skenaariota Suomen teollisuudelle ja teolliselle internetille, joissa Suomen rooli teollisen internetin suhteen on joko 1. teollisen internetin Piilaakso, 2. ketterä soveltaja tai 3. perässähihtäjä. Nämä niin kutsutut tulevaisuuspolut ja niiden arvioidut vaikutukset ovat esitettynä kuvassa 7. Ensimmäisen tulevaisuuspolun mukaan suomalaiset yritykset toimivat teollisen internetin alustojen ja ekosysteemien avaintoimijoina, jotka kattavat sekä teknologiset että liiketoiminnalliset näkökulmat. Tällöin suomi on houkutteleva kohde niin sijoituksille, yrityksille kuin asiantuntijoillekin. Kehityspolun toteutuminen vaatii kuitenkin määrätietoista toimintaa niin yksityisellä kuin julkisella sektorilla.

Toinen tulevaisuuspolku on myös positiivinen, mutta maltillisemmin. Sen mukaan suomalaiset yritykset ja toimijat pystyvät hyödyntämään tehokkaasti uusien teknologioiden hyödyt liiketoiminnassaan ja saavuttavat kilpailuetua. Tämän lisäksi esimerkiksi konepajayritykset hyödyntävät ICT-osaajia toiminnassaan ja uusia yrityksiä syntyy sekä palveluliiketoiminnan aloilla että soveltamaan uutta teknologiaa perinteisille aloille. Kolmas tulevaisuuspolku on negatiivinen, jossa investointien, tuottavuuden ja jalostusarvon muodostus on trendiltään laskevaa. (Ailisto ym., 2015) Tällöin uhkana on, että teollinen internet johtaa liiketoimintamallien muuttumiseen tavalla, joka ei edistä Suomen kansantaloutta.



Vaikutusalue	v. 2023
Jalostusarvo (mrd. eur)	+9
Työpaikat	+48 000
Investoinnit (mrd. eur)	+12
Vaikutusalue	v. 2019
Jalostusarvo (mrd. eur)	+3
Työpaikat	+16 000
Investoinnit (mrd. eur)	+4
Vaikutusalue	v. 2019
Jalostusarvo (mrd. eur)	-3
Työpaikat	-16 000
Investoinnit (mrd. eur)	-4

Kuva 7. Kolme tulevaisuuspolkua Suomelle 2014 - 2030 (Ailisto ym., 2015)

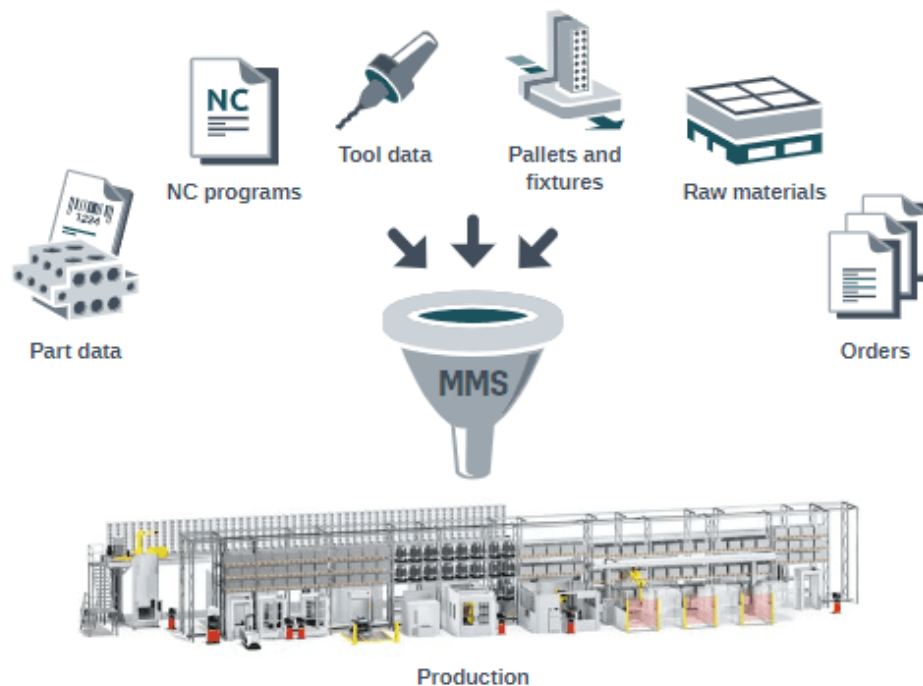
Teollinen internet tulee muuttamaan vahvasti suomalaisen teollisuuden toimintaympäristöä ja sen kilpailuolosuhteita. Yritysten asiakkaat, kumppanit ja kilpailijat tulevat hyödyntämään yhä enemmän teollisen internetin ratkaisuja – niin teknisiä kuin taloudellisia, mikä asettaa vaatimuksia yrityksille kilpailukyvyn ylläpitämiseksi. Tämän lisäksi uudet toimijat tulevat muuttamaan markkinoiden rakenteita ja niin kutsuttuja vaikiintuneita pelisääntöjä sekä toimintamalleja, mikä tuo uudenlaisia haasteita yrityksille ja myös muille sidosryhmille.

Ailisto ym. (2015) näkevät Suomen etuna teollisen internetin suhteen vahvan perusteollisuuden, joka voi toimia teollisen internetin soveltajana. He nostavat esiin myös Suomen laajan ICT-osaamisen, joka puolestaan antaa hyvät valmiudet teollisen internetin ratkaisujen kehittämiseksi ja toteuttamiseksi. Suomen heikkouksina taas mainitaan tuotokeskeisyys, toimialasidonnainen verotus, joka suosii sektoriajattelua sekä lainsäädännön pirstaleisuus, joka ei tue digitalisaatiota. On siis äärimmäisen tärkeää, että digitalisaation ja teollisen internetin vaikutuksia tunnistetaan ja niihin reagoidaan ajoissa. Erilaisilla toimilla voidaan nopeuttaa – tai hidastaa – yritysten tarttumista muroksen tuomaan mahdollisuuteen.

3.3 Fastems MMS

Fastems on suomalainen tehdasautomaation yritys, joka tarjoaa metallialan yrityksille joustavia tuotantojärjestelmiä (FMS). Hyvänä esimerkkinä teollisen internetin mahdollistamasta sovelluksesta on Fastemsin tuotannonohjausjärjestelmä, MMS – Manufacturing Management Software, joka on integroitu fyysiseen FMS-järjestelmään. FMS-järjestelmästä kerätään sensoreiden avulla tietoa, jota hyödyntämällä MMS-järjestelmän avulla voidaan havainnollistaa käyttäjälle reaaliajassa järjestelmän yleiskuva sekä laitekohtaiset tilannekuvat 3D-malleina (Fastems, 2019b). Tämän lisäksi MMS avulla pystytään yhdistämään tuotetiedot vaadittaviin resursseihin ja hallitsemaan isäntädataa, kuten tilauksia, osia ja NC-ohjelmia (Fastems, 2019b).

Teollisen internetin sovelluksena Fastemsin MMS sisältää Seppälän ym. (2014) tunnistamat digitaalisten palveluiden perusominaisuudet: reaaliaikaisuus, ennakoitavuus, mobiliteetti ja automaatio, sekä Porterin ja Heppelmannin (2014) luokittelemat seurannan, kontrollin ja optimoinnin ominaisuuksia. Esimerkiksi, Fastemsin MMS tuotannonohjausjärjestelmä laskee automaattisesti optimaalisen tuotantovauhdin ja tuotannon välttämättömät resurssit. Järjestelmä mukautuu myös tuotannon suunnitelman muutoksiin ja visualisoi tärkeää tietoa tuotannon tilanteesta (Fastems, 2019a). Kuvassa 8 on havainnollistettu kuinka MMS yhdistää eri tietojärjestelmistä kerätyn datan tuotantoon.



Kuva 8. MMS integroi yhteen tiedon ja tuotannon. (Fastems, 2019a)

Fastemsin MMS liiketoimintamalli vastaa Weinbergin ym. (2016) esittämää *tuote myyntialustana* – liiketoimintamallia, sillä siinä fyysisen tuotteen eli FMS-järjestelmän päälle myydään digitaalisia ratkaisuja toiminnan tehostamiseksi. Liiketoiminnallisesta näkökulmasta MMS tekee tuotannosta teollisen internetin keinoin läpinäkyvämpää aina operaattoritasolta johtotasoon asti. Älykkään analytiikan keinoin järjestelmä visualisoi reaaliajassa tuotannon ja laitteiden tilaa ja tunnistaa mahdollisia ongelmilanteita, joita voidaan seurata lattiatasolla sijaitsevalta kojelaudalta ja erillisiltä näytöiltä sekä pilvitekniikan avulla kannettavilla laitteilla. (Fastems, 2019a, 2019b) .

3.4 Kemppi WeldEye

Kemppi on suomalainen hitsausalan perheyryitys, joka suunnittelee, valmistaa ja myy hitsauslaitteita ja -ohjelmistoja. Kempin hitsaushallintaohjelmisto hyödyntää teollisen internetin kulmakiviä, kuten datan keräämistä, analysointia ja visualisointia tehostaakseen liiketoimintaa. WeldeEyen avulla pystytään hallinnoimaan hitsaajien pätevyyksiä ja hitsausohjeita ja ohjelmisto tukee AWS-, ASME-, EN- ja ISO-standardeja, mikä on hyvä esimerkki digitaalisuudesta hitsauksen hallinnassa (Kemppi, 2019a).

Hallintaohjelmistoon integroiduista laitteista kerätään tietoa hitsausvirtalähteeseen liitetävän digitaalisen moduulin avulla, joka mahdollistaa langattoman tiedonsiirron WeldEye -ohjelmistoon. Kerätystä datasta saadaan selville mitä on hitsattu, millä hitsauspisteellä ja milloin. Reaaliajassa pystytään myös tarkastelemaan käytettyjä hitsausparametreja, lämmöntuontia ja mahdollisia poikkeamia. (Kemppi, 2019b)

Kerätystä datasta on hyötyä myös laadunhallinnassa. Keräämällä dataa hitsausparametreista ohjelmisto mahdollistaa 100% jäljitettävyyden jokaiseen hitsaukseen, tuotteeseen ja projektiin. Ohjelmisto pystyy automaattisesti reaaliajassa vertaamaan hitsausohjeita ja kansainvälisiä hitsausstandardeja ja antaa käyttäjälle hälytyksiä poikkeamista ennen ja jälkeen hitsauksen. (Kemppi, 2019c) Kuvassa 9 on havainnollistettu WeldEye -ohjelmiston pilvipohjaista käyttöliittymää.

The screenshot displays the WeldEye software interface. On the left, a sidebar shows a project tree for 'Project: Product ABC' with sub-items: Top frame, Boom 1, Boom 2, Boom 3, Bottom frame, and Support structures. The main area shows a 'Weld list: Top frame > Boom 1' table with columns: #WELD, Barcode, Length, Notes, WPS num, Welder, and Passes. Below this, a 'Weld list: Top frame > Boom 2' table is partially visible. At the bottom right, there are 'CANCEL' and 'SAVE' buttons.

#WELD	Barcode	Length	Notes	WPS num	Welder	Passes
1		250 mm	Wiseroot+	WPS 135-FW-10 rev. 0	Torsten Lehrer	2
2		250 mm	Wiseroot+	WPS 135-FW-10 rev. 0	Torsten Lehrer	1
3		250 mm	Wiseroot+	WPS 135-FW-9 rev. 0	Torsten Lehrer	2
4		250 mm	Wiseroot+	WPS 17 Wiseroot rev. 1 WPS 135-FW-9 rev. 0	Patrik Werfel Ritchie Schmitt	2
5		250 mm	Wiseroot+	WPS 135-FW-7 rev. 0 WPS 135-FW-4 rev. 0	Thomas Anttonen Ritchie Schmitt	3
6		650 mm	Wiseroot+	WPS 135-FW-4 rev. 0 WPS 135-FW-11 rev. 0	Ritchie Schmitt Patrik Werfel	1
7		250 mm	Wiseroot+	WPS 135-FW-11 rev. 0	Patrik Werfel	1
8		250 mm	Wiseroot+	WPS 135 WiseRoot+ rev. 2	Torsten Lehrer	2

#WELD	Barcode	Length	Notes	WPS num	Welder	Passes
1		200 mm				
2		200 mm				
3		250 mm				

Kuva 9. Käyttöliittymästä pystytään jäljittämään hitsauksia. (Kempin WeldEye, 2019d)

Pilvipalvelut ovat yksi digitalisaation ilmiöistä ja usein käytetty myös teollisen internetin sovelluksissa. Kempin WeldEye-ohjelmisto on pilvipohjainen, joka mahdollistaa palveluun pääsyn etänä eri päätelaitteilla ilman, että erikseen tarvitsee asentaa erillisiä ohjelmistoja – käytännössä palvelumallina on tällöin SaaS. Käyttöliittymä mahdollistaa kattavan määrän analytiikkaa ja raportteja, joka tehostaa liiketoimintaa operattoritasolta johtotasolle.

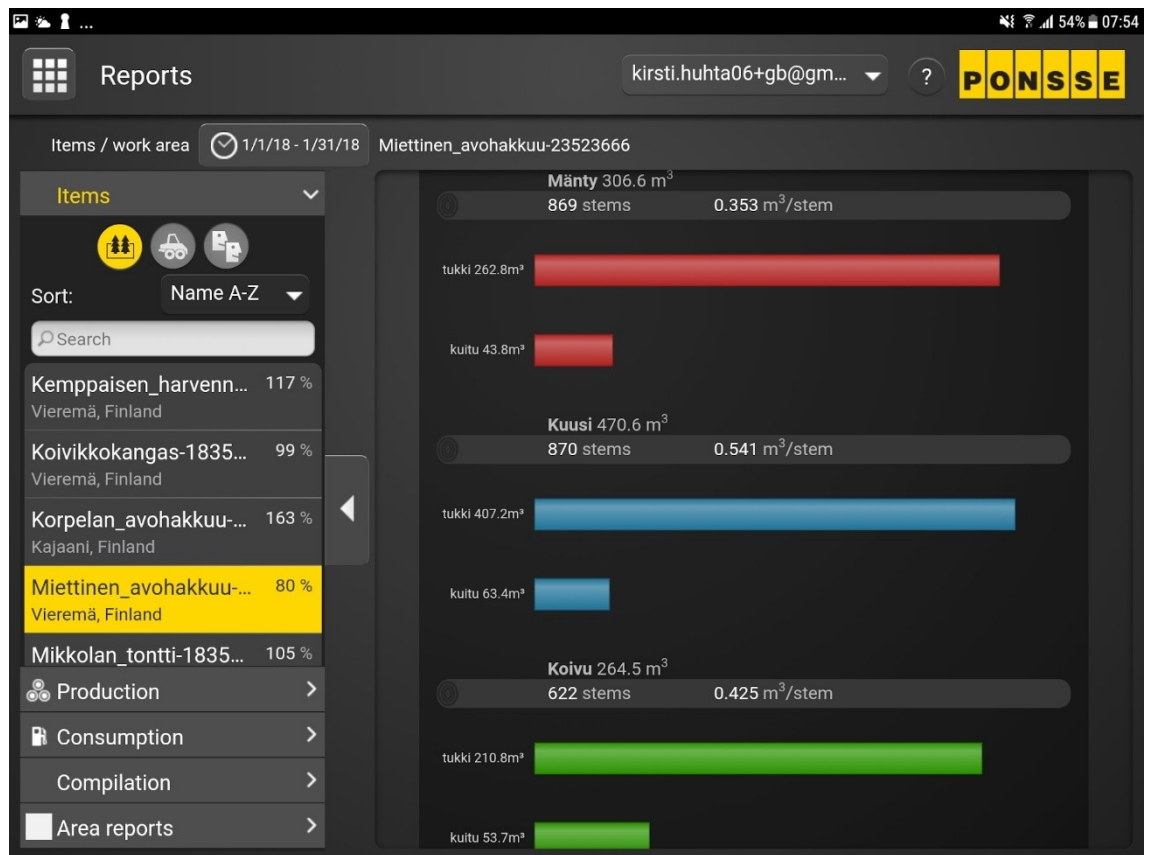
3.5 PONSSE Manager

Ponsse on suomalainen metsäkoneiden valmistaja, joka on vahvasti implementoinut teollisen internetin mahdollistamia sovelluksia yritystoimintaansa. Ponssin liiketoimintaan kuuluvat metsäkoneiden tuotannon lisäksi myynti, huolto ja älykkäät tietojärjestelmät.

Ponsse manager on metsäkoneyrittäjille suunniteltu metsäkoneiden seuranta- ja tiedonsiirtojärjestelmä, joka yhdistää koneet IoT-verkkoon (Ponsse, 2018). Järjestelmä on reaaliajassa ja langattomasti yhteydessä metsäkoneen sisäisiin tietojärjestelmiin, joka mahdollistaa tuottavuuden reaaliaikaisen hallinnan. Sovellus näyttää tuottavuuden leimikoittain, hakatun kokonaismäärän, puutavaralajikunnan sekä keskijäreystie-

don jokaisesta käynnissä olevasta leimikosta (Ponsse, 2019). Metsäkoneisiin asennettujen sensorien avulla pystytään keräämään metsäkoneiden kuntoon ja polttoaineenkulutukseen liittyvää dataa, jonka avulla Ponsse Managerin huolto-osion avulla pystytään tarkkailemaan konetunteja ja asettamaan huoltovälejä (Ponsse, 2019).

Ponsse Managerin avulla pystytään dynaamisesti raportoimaan sekä tekemään monipuolisia analyysejä päätöksenteon tueksi. Raporttien avulla pystytään vertailemaan koneiden tuottavuutta ja seuraamaan yrityksen liiketoiminnan tehokkuutta (Ponsse, 2019). Kuvassa 10 on esitelty Ponsse Managerin Android-sovelluksen raportointinäköymä.



Kuva 10. Ponsse Manager tarjoaa käyttäjälleen kattavan raportoinnin (Google Play, 2019)

Ponsse Manageriin saa yhteyden selaimella tai vastaavasti kannettaville päätelaitteille tarkoitettulla mobiiliapplikaatiolla. Järjestelmä on rakennettu pilviarkkitehtuurin päälle, jolloin tiedonsiirto ja -tallennus tapahtuu hyödyntämällä pilviteknologiaa.

3.6 Päätelmät

Teollinen internet ja digitalisaatio houkuttelevat suomalaisia yrityksiä uudistamaan liiketoimintaansa ja vastaamaan alati kiristyvään kilpailuun. Suomen vahva ICT-osaaminen ja pitkälle kantavat juuret valmistavassa ja raskaassa teollisuudessa näkyvät yritysten potentiaalisissa modernisoida tuotantoaan ja tuotteitaan älykkäämmäksi. Fastems, Kemppi ja Ponsse ovat onnistuneesti implementoineet teollisen internetin osaksi liiketoimintaansa. Fastemsin MMS, Kempin WeldEye ja Ponsse Manager -järjestelmät pitävät sisällään Collin & Saarelainen (2016) teknologiapinon (kuva 3.) kolme elementtiä: datan, informaation ja liiketoimintaymmärryksen, joiden avulla yritykset pyrkivät maksimoimaan asiakasarvon ja tehostamaan omien tuotteiden ja palveluiden käyttöä.

Kaikkia kolmea järjestelmää yhdistävät reaaliaikaisuus, etäkäyttö ja datan analysointi sekä visualisointi, jotka mahdollistavat yritystoiminnan tehostamisen ja auttavat oikeiden päätösten tekemisessä oikeaan aikaan. Järjestelmät pitävät sisällään myös Porterin ja Heppelmannin (2014) luokittelemia seurannan, kontrollin ja optimoinnin ominaisuuksia. Kaikkia järjestelmiä voidaan seurata etäyhteydellä, jolloin tietoa voidaan hyödyntää monessa paikassa samaan aikaan. Etäyhteydellä voidaan myös kontrolloida fyysisiä laitteita ja välittää tietoa yhdistettyihin laitteisiin, mikä mahdollistaa operatiivisen toiminnan optimoinnin reaaliajassa.

Fastems, Kemppi ja Ponsse toimivat eri teollisuuden aloilla, mutta edellä mainituissa sovelluksissa on hyvin paljon yhtäläisyyksiä. Teollisen internetin sovellukset tarvitsevat ymmärrystä ja osaamista kaikilta teknologiapinon osa-alueilta ja siitä, että miten tätä teknologiaa voidaan hyödyntää omassa liiketoiminnassa. Digitalisaation ja teollisen internetin käytännöt eivät ole toimialakohtaisia, mikä voi mahdollistaa yritysten yhteistyön ja oppimisen yli toimialarajojen. Tämä kuitenkin vaatii, että suomalaisessa teollisuudessa päästään yli Ailiston ym. (2015) mainituista heikkouksista, kuten sektorijattelusta ja toimialasidonnaisuudesta.

4. YHTEENVETO

Teollinen internet on nouseva ja ajankohtainen puheenaihe teollisuuden eri toimialoilla ja on yksi avainkäsitteistä puhuttaessa valmistavan teollisuuden uudistumiskyvystä. Tässä kandidaatintyössä teollinen internet nähtiin yleismaailmallisena ilmiönä, joka mahdollistaa liiketoiminnan tehostamisen ja kehittämisen datapohjaisten ratkaisujen avulla. Lisäksi, teollista internetiä lähestyttiin sekä teknologian että liiketoiminnan näkökulmasta.

Kandidaatintyössä vastattiin kahteen tutkimuskysymykseen: ”Mitkä ovat teollisen internetin mahdollistamia sovelluksia ja uusia liiketoimintamalleja?” ja ”Kuinka suomalaisen valmistavan teollisuuden yritykset hyödyntävät teollista internetiä?” Tutkimuskysymysten tavoitteena oli tuoda esille teollisen internetin yleisimpiä sovelluksia ja sen mahdollistamia uusia liiketoimintamalleja, sekä tutustua suomalaisten valmistavan teollisuuden yritysten teollista internetiä hyödyntäviin sovelluksiin. Tutkimuskysymyksiin vastattiin kahdessa osassa, joista ensimmäinen käsitti kirjallisuuskatsauksen teollisen internetin käytäntöihin, ja jälkimmäinen osa case-tutkimuksen suomalaisten valmistavan teollisuuden yritysten sovelluksista näiden julkisilta internetsivuilta.

Työn teorian pohjana käytettiin Collin & Saarelaisen (2016) teknologiapinoa ja sen asiakasarvon kolmijakoa dataksi, informaatioksi ja liiketoiminnanymmärrykseksi. Kirjallisuuden perusteella teollisen internetin sovelluksia ovat erilaiset seuranta-, kontrollointi-, optimointi- ja autonomiaratkaisut (Porter & Heppelmann, 2014). Digitaaliset palvelut puolestaan sisältävät usein neljä perusominaisuutta, jotka ovat reaaliaikaisuus, ennakoitavuus, mobiliteetti ja automaatio (Seppälä ym., 2014). Teollisen internetin liiketoiminta- ja palvelumalleja on useita, jotka perustuvat itse fyysiseen tuotteeseen ja sen toiminnallisiin ominaisuuksiin, fyysisen tuotteen tarjoamaan alustaan digitaalisille ratkaisuille sekä pilvipalveluihin (Weinberger ym., 2016; Winkler, 2011).

On selvää, että teollinen internet tuo mukanaan sekä haasteita että mahdollisuuksia, jotka koskettavat yritysten lisäksi laajasti myös muita sidosryhmiä ja yhteiskuntaa. Tarttumalla näihin haasteisiin ja hyödyntämällä vahvaa ICT-osaamista, on suomalaisella valmistavalla teollisuudella mahdollisuus uudistua ja säilyttää kilpailukykyä myös globaaleilla markkinoilla. Teollisen internetin sovellukset tarvitsevat kuitenkin ymmärrystä ja osaamista kaikilta teknologiapinon osa-alueilta ja siitä, miten tätä teknologiaa voidaan hyödyntää yrityksen liiketoiminnassa. Lisäksi, digitalisaation ja teollisen internetin käytännöt eivät ole toimialakohtaisia, mikä mahdollistaa yritysten yhteistyön ja oppimisen yli toimialarajojen.

Tämä kandidaatintyö tarjoaa mielenkiintoisen katsauksen teolliseen internetiin niin käsitteenä kuin ilmiönä, ja kokoaa yhteen sen mahdollistamia liiketoimintamalleja. Työ tarjoaa kuitenkin vasta pintaraapaisun teollisen internetin sovelluksiin valmistavassa teollisuudessa. Mielenkiintoisia jatkotutkimusaiheita ovat esimerkiksi teollisen internetin konkreettisten hyötyjen mittaaminen ja niiden resurssien tunnistaminen, joita yritykset tarvitsevat teollisen internetin hyödyntämiseksi toiminnassaan.

LÄHTEET

- Ailisto, H., Mäntylä, M., Seppälä, T., Collin, J., Halen, M., Juhanko, J., ... Uusitalo, T. (2015). Suomi – Teollisen Internetin Piilaakso. *Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja* 4/2015, 38. Noudettu osoitteesta http://www.vttresearch.com/img/Media/News/2015/Suomi_Teollisen_Internetin_Piilaakso.pdf
- Ali-Yrkkö, J., Mattila, J., Pajarinen, M., & Seppälä, T. (2019). Digibarometri 2019: Digi tulee, mutta riittävätkö resurssit? Teoksessa *Taloustieto Oy*. Helsinki.
- Berthelsen, E. (2014). *Why NoSQL databases are needed for the Internet of Things*. 1–7. Noudettu osoitteesta http://road2cps.eu/events/wp-content/uploads/2015/06/2014-04-10_machina_research_databases_and_the_iot.pdf
- Beyer, M. A., & Douglas, L. (2012). The Importance of "Big Data": A Definition. *Gartner*.
- Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., & Rosenberg, M. (2014). How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial and Mechatronics Engineering*, 8(1), 37.
- Business Finland. (2019). Connected Intelligent Industries Finland program - Business Finland. Noudettu 11. elokuuta 2019, osoitteesta <https://www.businessfinland.fi/en/for-finnish-customers/services/programs/connected-intelligent-industries-finland/>
- Collin, J., & Saarelainen, A. (2016). *Teollinen internet*. Helsinki: Talentum Media Oy.
- De Mauro, A., Greco, M., Grimaldi, M., & Lazio, S. (2014). What is Big Data ? A Consensual Definition and a Review of Key Research Topics. *AIP conference proceedings*, 1644(September), 97–104. <https://doi.org/10.13140/2.1.2341.5048>
- Evans, P. C., & Annunziata, M. (2012). Pushing the Boundaries of Minds and Machines. *General Electric Reports*, 37.
- Fastems. (2019a). Fastems MMS. Noudettu 20. elokuuta 2019, osoitteesta a website: <https://www.fastems.com/offering/mms/>
- Fastems. (2019b). *Production Planning , Control and Transparency Manufacturing Management Software MMS 35 Years of Intelligent Automation : MMS Manages Resources Perfecting Quality , Delivery Time and Cost MMS for Pallet Handling*.
- Google Play. (2019). Google Play Ponsse. Noudettu 25. elokuuta 2019, osoitteesta <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ponsse.manager&hl=fi>
- Hakanen, T. (2015). IoT is first and foremost about service! *VTT Service Science Odyssey*. Noudettu osoitteesta <https://vttserviceodyssey.wordpress.com/2015/11/25/iot-is-first-and-foremost-about-service/>
- Juhanko, J., Jurvansuu, M., Ahlqvist, T., Ailisto, H., Alahuhta, P., Collin, J., ... Tuominen,

- A. (2015). Suomalainen teollinen internet – haasteesta mahdollisuudeksi: taustoittava kooste. *ETLA Elinkeinoelämän tutkimuslaitos*, (42), 61. Noudettu osoitteesta <https://www.etla.fi/wp-content/uploads/ETLA-Raportit-Reports-42.pdf>
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*. Berlin.
- Kemppi. (2019a). Web. Noudettu 14. elokuuta 2019, osoitteesta <https://www.kemppi.com/fi-FI/uutiset-tapahtumat/uutinen/weldeye-hitsaushallintaohjelmistolla-jopa-95-nopeampia-tyovaiheita/>
- Kemppi. (2019b). Web. Noudettu 14. elokuuta 2019, osoitteesta <https://www.kemppi.com/fi-FI/uutiset-tapahtumat/uutinen/robotisoidun-hitsauksen-laadunvalvontaa-weldeye-ohjelmistolla/>
- Kemppi. (2019c). Web. Noudettu 14. elokuuta 2019, osoitteesta <https://www.weldeye.com/en-US/software/weldeye-functions/quality-management/>
- Kemppi. (2019d). Web. Noudettu 14. elokuuta 2019, osoitteesta <https://www.kemppi.com/en-US/news-events/news/monitor-robotic-welding-quality-with-weldeye/>
- Kobren, B. (2009). What Performance-Based Logistics is and what it is not— and what it can and cannot do. *Defense Acquisition Review Journal*, (10), 14. Noudettu osoitteesta <http://www.dau.mil/pubscats/PubsCats/Kobren.pdf>
- Martinsuo, M., Kärri, T., & Aarikka-Stenroos, L. (2017). *Teollinen internet uudistaa palveluliiketoimintaa ja kunnossapitoa*. Noudettu osoitteesta https://melinda.kansalliskirjasto.fi/F/?func=direct&doc_number=009880748&local_base=fin01_opac%0Ahttp://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-201706061586
- NIST. (2013). *Foundation for Innovation in Cyber-Physical Systems*. Columbia.
- Ponsse. (2018). Web. Noudettu 25. elokuuta 2019, osoitteesta https://www.ponsse.com/fi/web/guest/yhtio/uutiset/-/asset_publisher/P4s3zYhpxHUQ/content/ponsse-manager-vie-metsakoneiden-digitalisaation-uudelle-tasolle#/
- Ponsse. (2019). Web. Noudettu 25. elokuuta 2019, osoitteesta <https://www.ponsse.com/fi/manager-premium#/>
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2014). How Smart, Connected Products Are Transforming Competition. *Harvard Business Review*, 92(11), 64-+. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Seppälä, T., Collin, J., & Martikainen, O. (2014). Teollinen Internet: Yritysten tietojärjestelmäarkkitehtuurien on aika uudistua! *Suomen tuotannonohjausyhdistys*, 24.
- Sommarberg, M. (2016). *Digitalization as a Paradigm Changer in Machine-Building Industry* (Vsk. 1436). Tampere University of Technology.
- Strozzi, F., Colicchia, C., Creazza, A., & Noè, C. (2017). Literature review on the 'Smart Factory' concept using bibliometric tools. *International Journal of Production Research*, 55(22), 6572–6591. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1326643>

- Tihinen, M., Ailisto, H., Komi, M., Parviainen, P., Tanner, H., Tuikka, T., & Valtanen, K. (2016). *The Industrial Internet in Finland : on route to success?* (January 2017).
- Uckelmann, D., Harrison, M., & Michahelles, F. (2011). *Architecting the Internet of Things*. Berlin: Springer.
- Vargo, S. L., & Lusch, R. F. (2004). Evolving to a New Dominant Logic for Marketing. *Journal of Marketing*, 68(1), 1–17. <https://doi.org/10.1509/jmkg.68.1.1.24036>
- Weber, R. (2010). Internet of Things - New Security And Privacy Challenges. *Computer Law & Security Review*, 26(1), 23–30.
- Weinberger, M., Bilgeri, D., & Fleisch, E. (2016). IoT business models in an industrial context. *at - Automatisierungstechnik*, 64. <https://doi.org/10.1515/auto-2016-0054>
- Winkler, J. R. (2011). *Securing the Cloud : Cloud Computer Security Techniques and Tactics*. Waltham, MA: Syngress.